



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Detección del tipo de carretera mediante Lógica Borrosa

J. A. Cabrera Carrillo, A. J. Guerra Fernández, J.J. Castillo Aguilar, A. Simón Mata

Área de Ingeniería Mecánica.

Departamento de Ingeniería Mecánica, Térmica y de Fluidos

Universidad de Málaga.

Noviembre, 2016



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ÍNDICE

- Introducción
- Bucle de control
- Estimación Parámetros
- Detección tipo de carretera
- Resultados
- Conclusiones

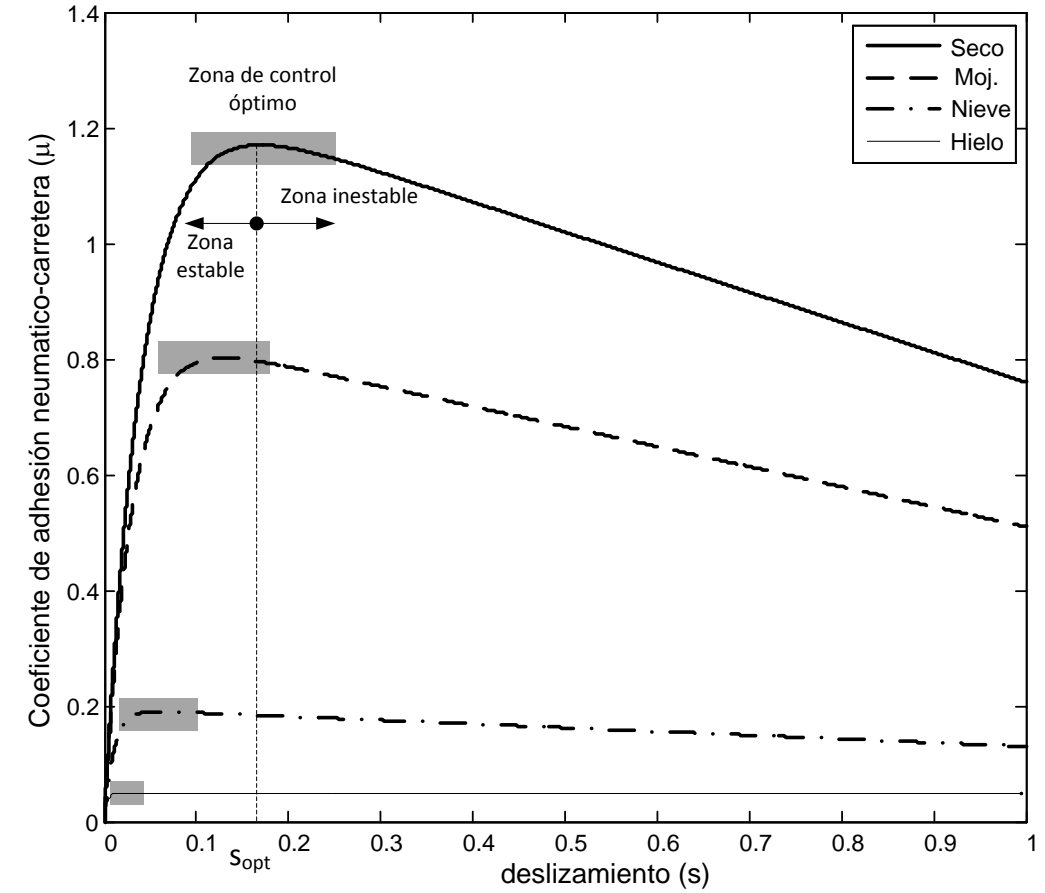
Introducción:

Motivación

PROBLEMAS DEL CONTROL TCS, ABS, etc.

- Conocer el deslizamiento entre rueda y carretera en cada instante.
- Conocer el tipo de carretera por donde circula el vehículo en cada instante
- Necesidad de utilizar los sensores existentes en los vehículos actuales.

$$s = 1 - \frac{v_x}{\omega R_r}$$



Introducción:

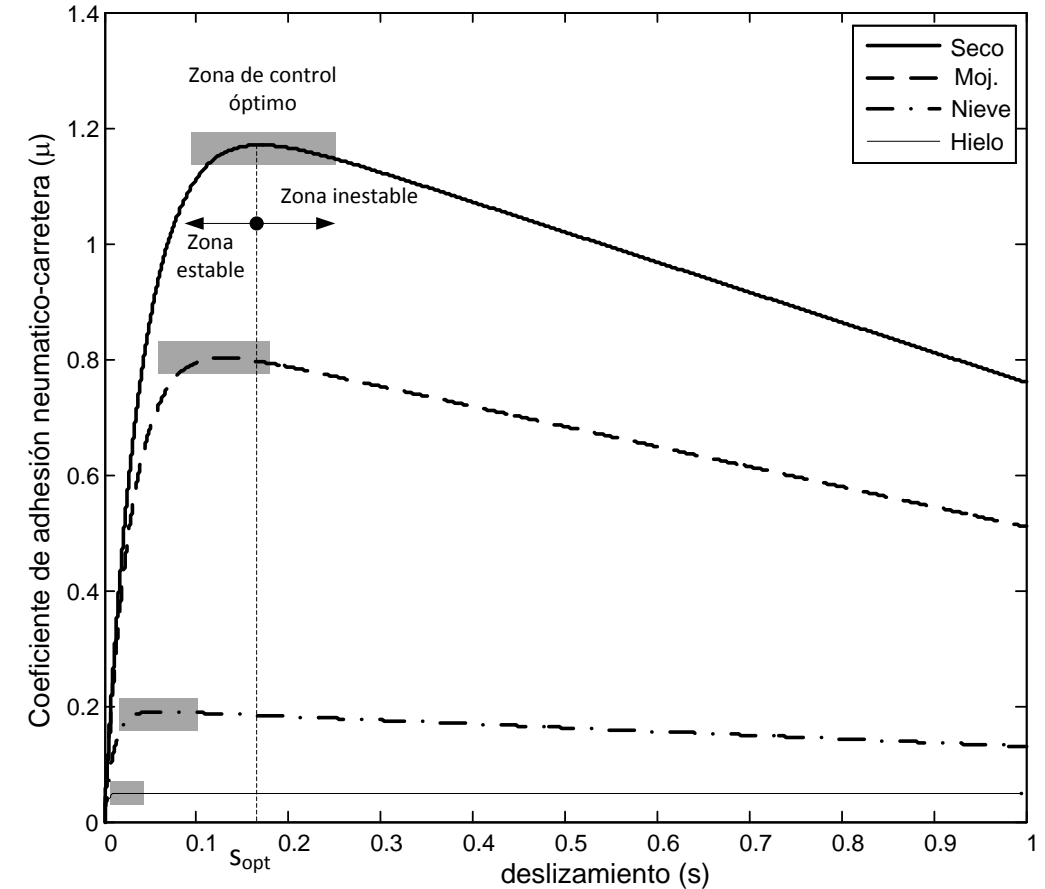
NECESIDAD DE ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

- Velocidad y deslizamiento
- Fuerzas verticales y horizontales
- Coeficientes de adherencia

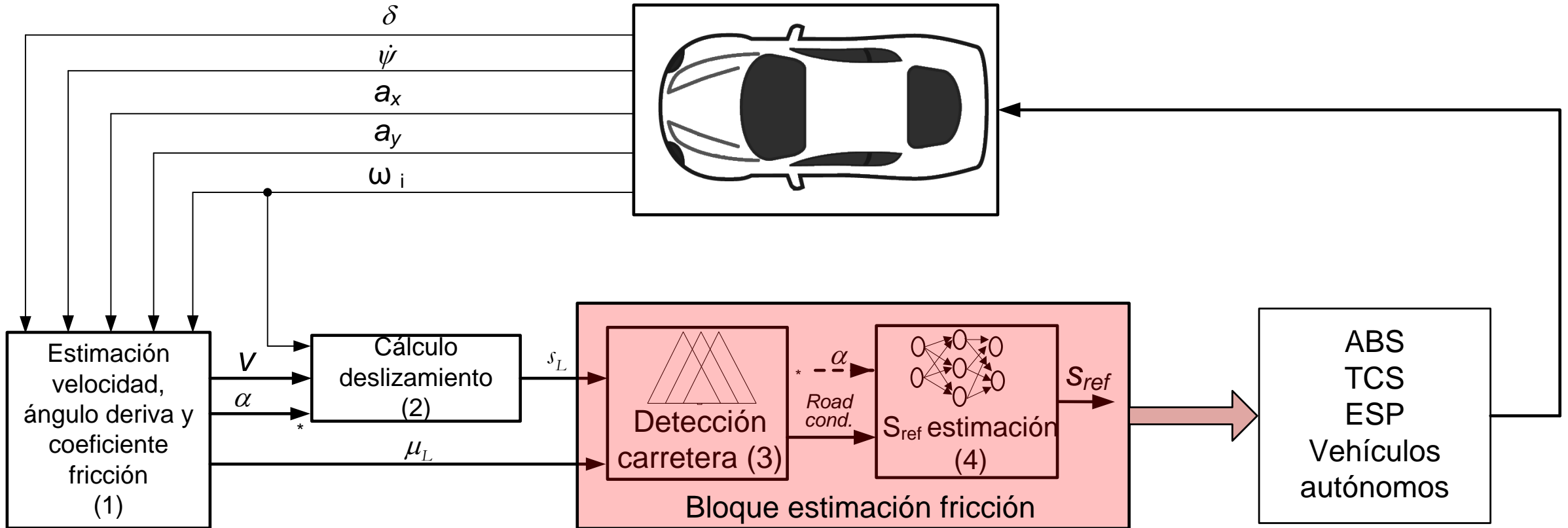
MÉTODOS MÁS UTILIZADOS

- Mínimos cuadrados recursivos (RLS)
- Observadores en modo deslizante
- Filtros de Kalman (KF, EKF y UKF)

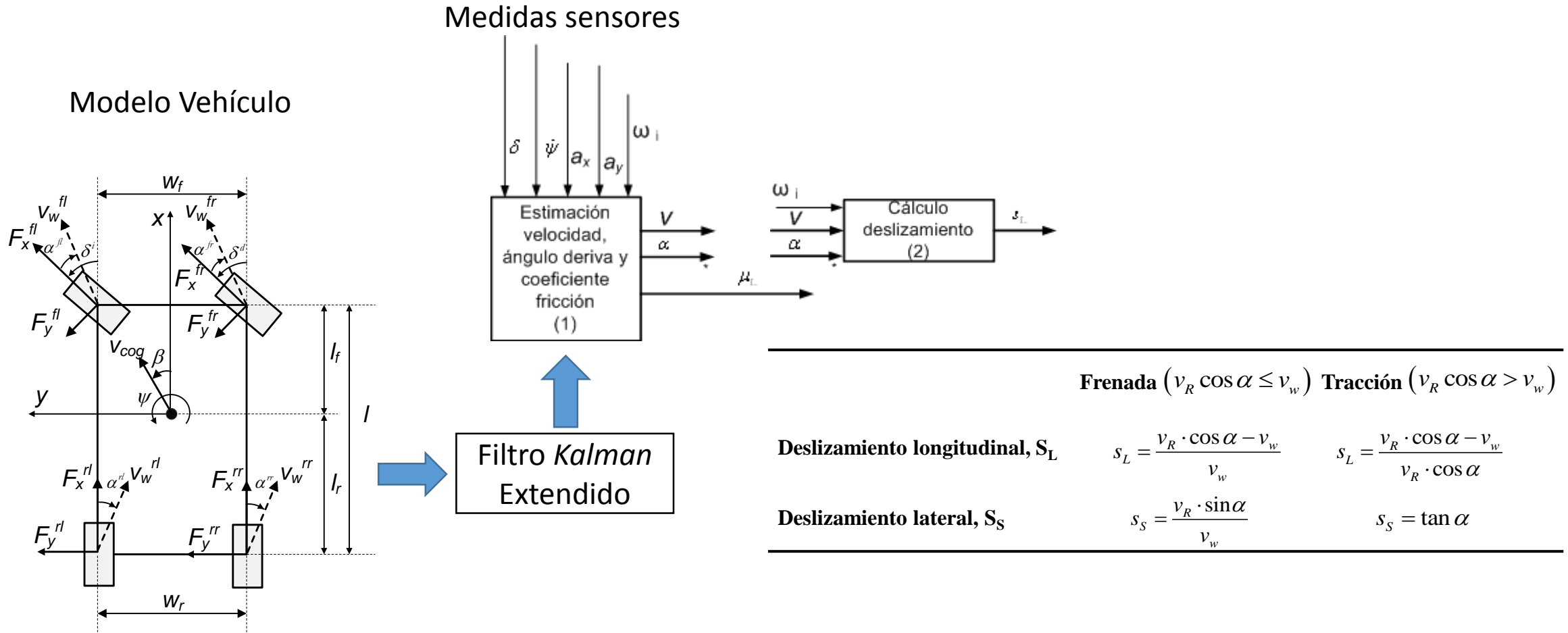
Motivación



Bucle de control:

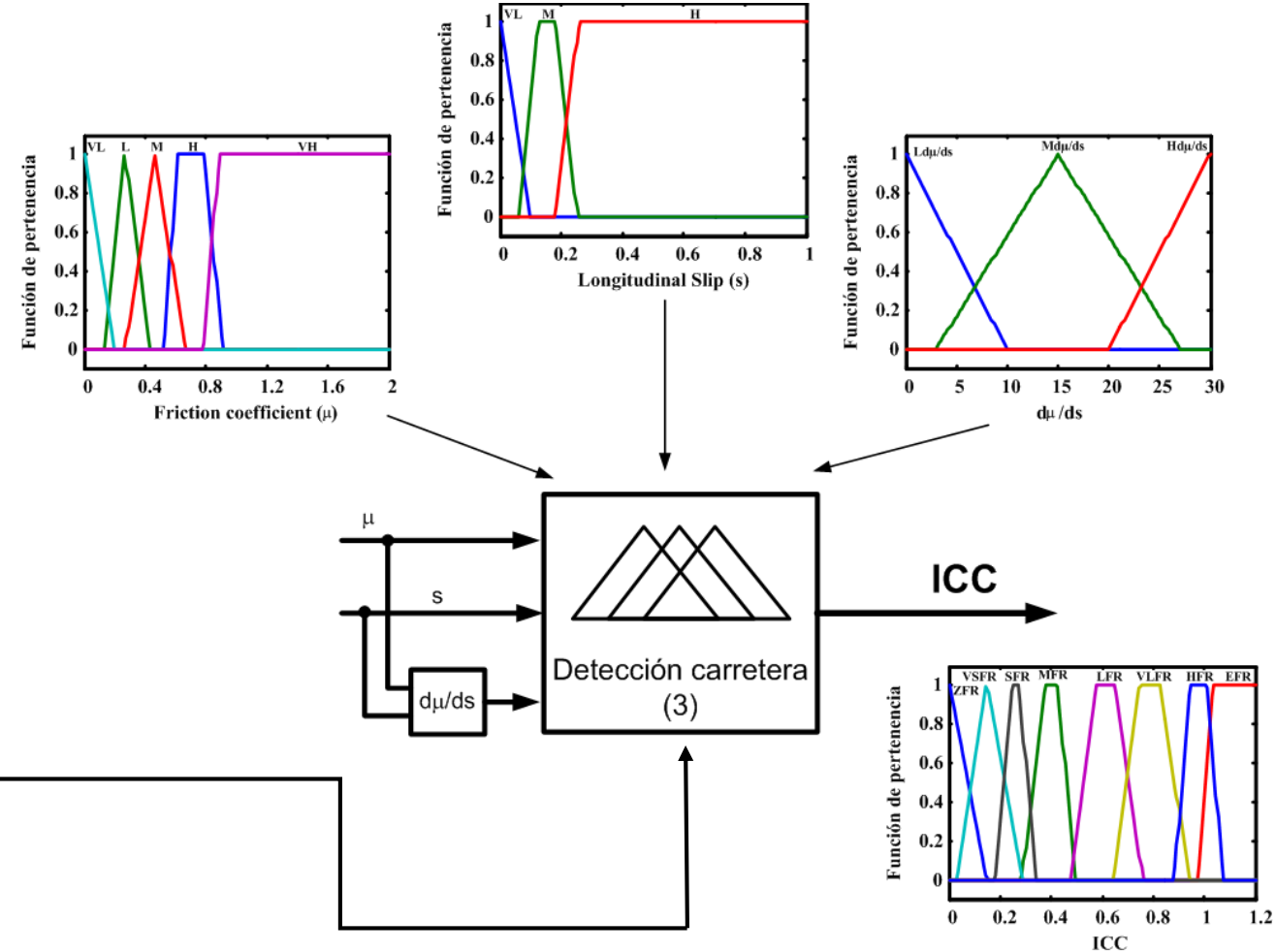


Estimación parámetros:

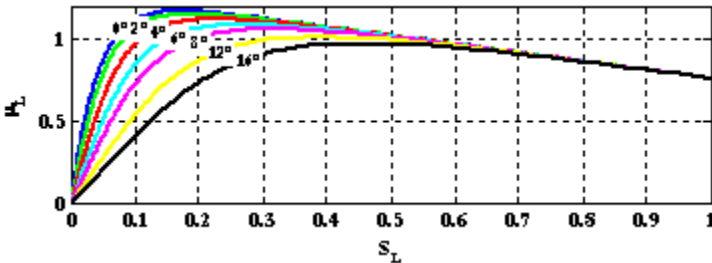
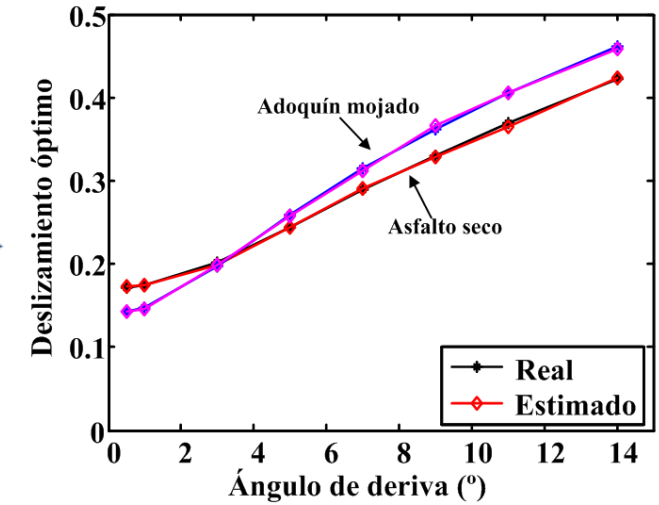
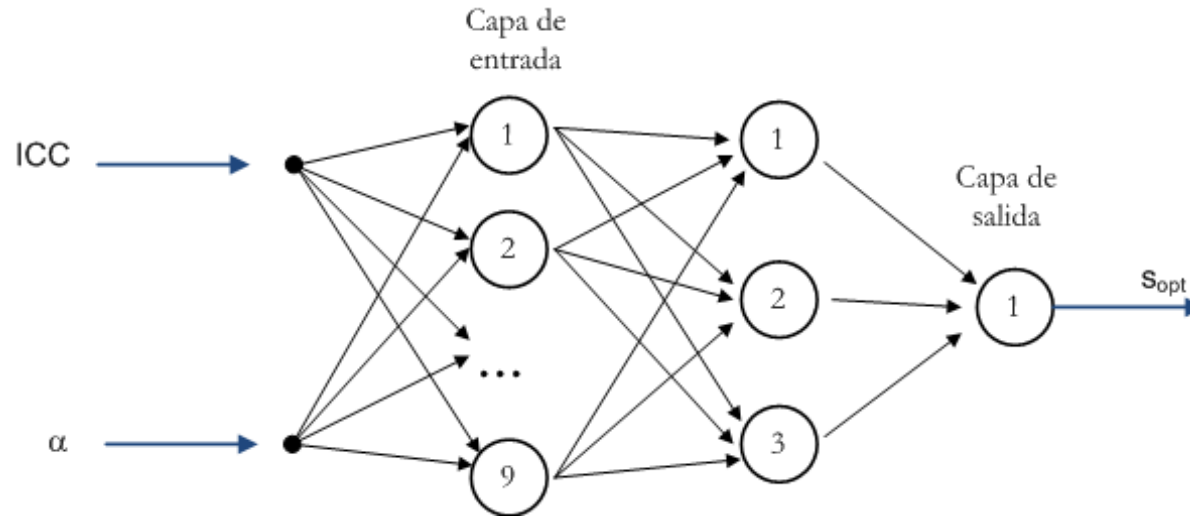
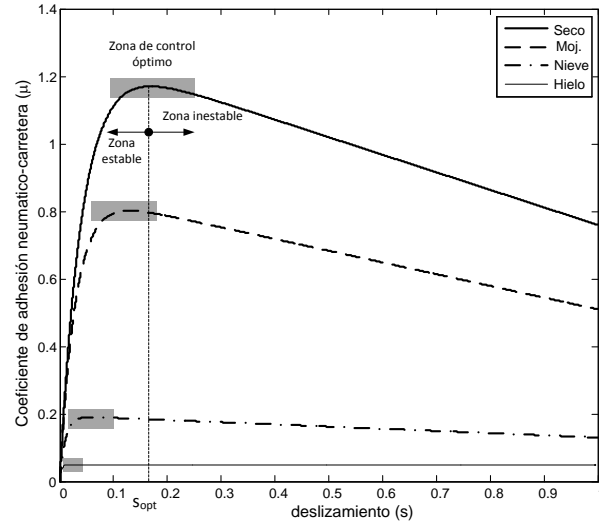


Detección tipo carretera:

Bloque fuzzy con $d\mu/ds$					Bloque fuzzy sin $d\mu/ds$		
Número de regla	Friction coefficient	Slip	$d\mu/ds$	ICC	Friction Coefficient	Slip	ICC
1	VL	VL	$Ld\mu/ds$	ZFR	VL	VL	SFR
2	VL	VL	$Md\mu/ds$	VSFR	VL	M	VSFR
3	VL	VL	$Hd\mu/ds$	VLFR	VL	H	ZFR
4	VL	M	---	ZFR	L	VL	LFR
5	VL	H	---	VSFR	L	M	SFR
6	L	VL	$Ld\mu/ds$	SFR	L	H	MFR
7	L	VL	$Md\mu/ds$	LFR	M	VL	VLFR
8	L	VL	$Hd\mu/ds$	VLFR	M	M	MFR
9	L	M	---	SFR	M	H	MFR
10	L	H	---	MFR	H	VL	HFR
11	M	VL	$Ld\mu/ds$	LFR	H	M	VLFR
12	M	VL	$Md\mu/ds$	HFR	H	H	HFR
13	M	VL	$Hd\mu/ds$	HFR	VH	VL	EFR
14	M	M	---	MFR	VH	M	HFR
15	M	H	---	MFR	VH	H	EFR
16	H	VL	$Ld\mu/ds$	VLFR			
17	H	VL	$Md\mu/ds$	HFR			
18	H	VL	$Hd\mu/ds$	EFR			
19	H	M	---	VLFR			
20	H	H	---	HFR			
21	VH	VL	$Ld\mu/ds$	EFR			
22	VH	VL	$Md\mu/ds$	EFR			
23	VH	VL	$Hd\mu/ds$	EFR			
24	VH	M	---	HFR			
25	VH	H	---	EFR			

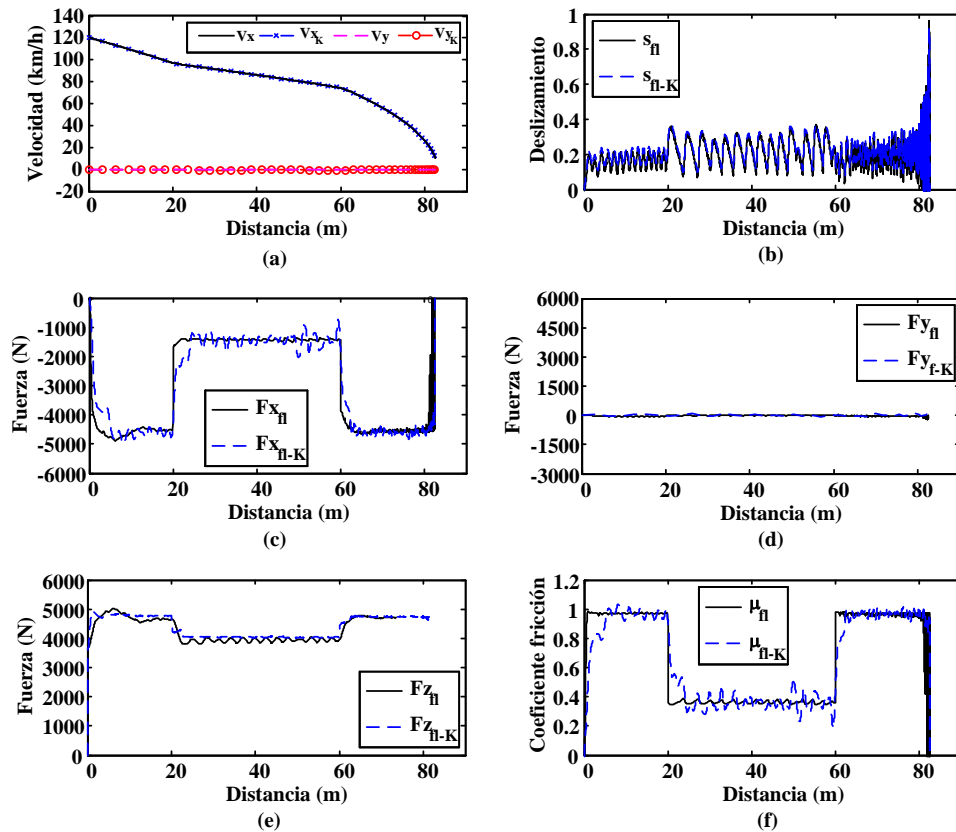


Detección tipo carretera:

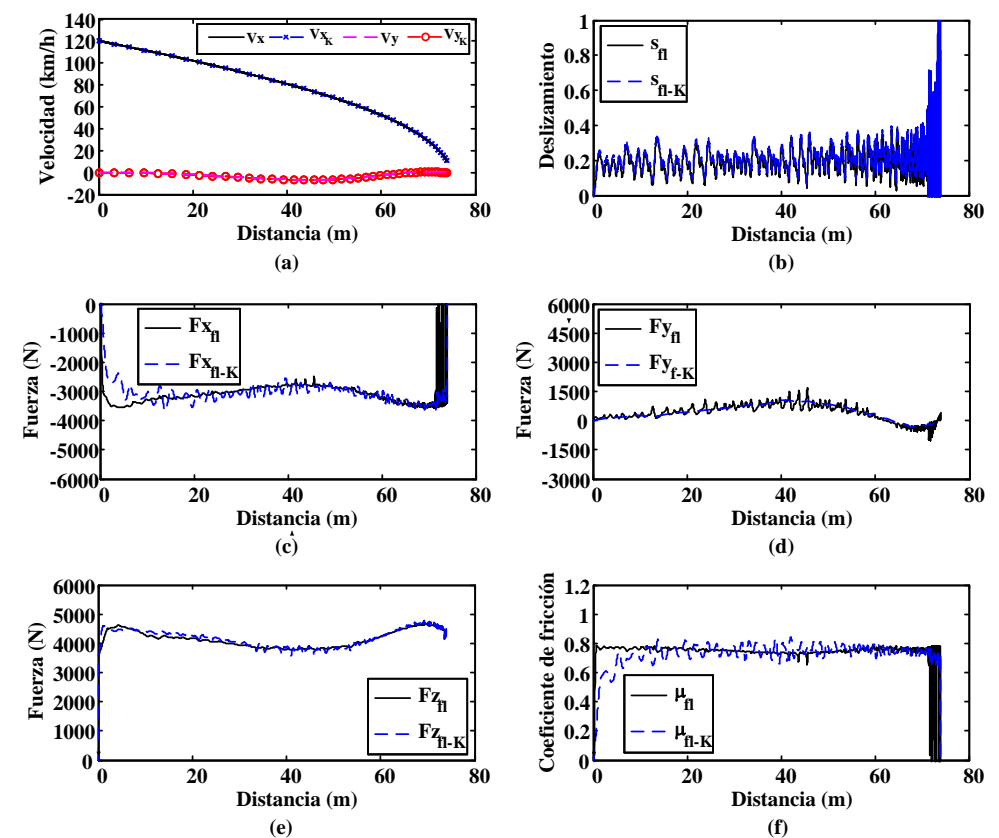


Resultados:

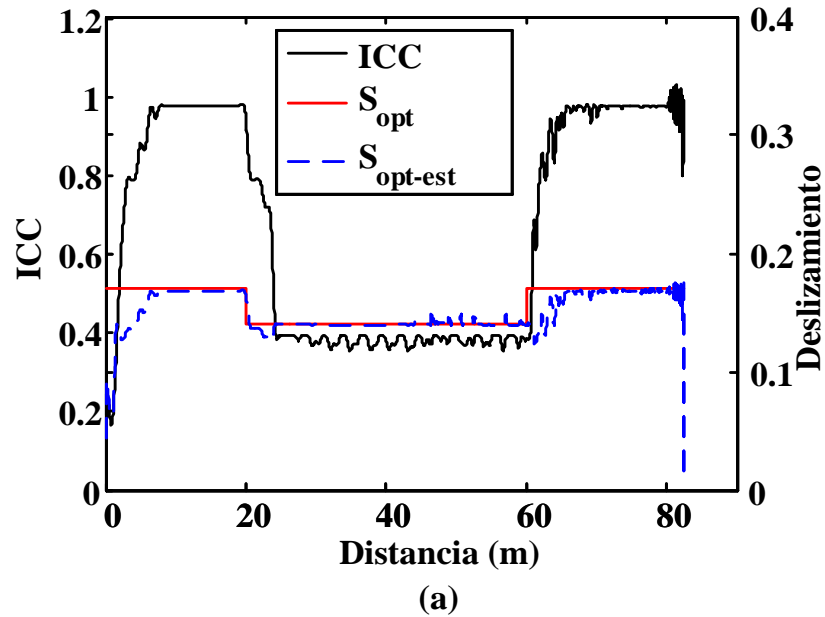
Simulación en recta (estimación parámetros)



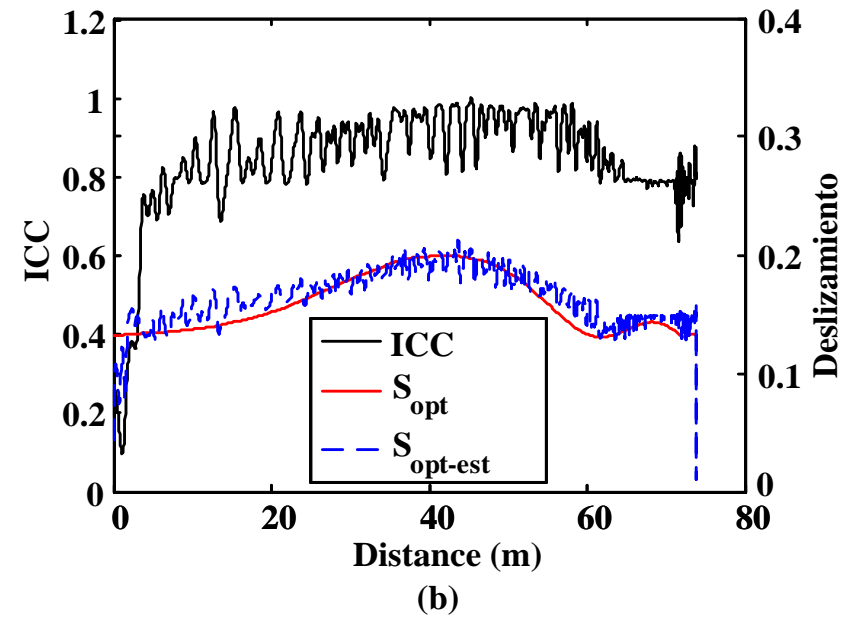
Simulación en curva (estimación parámetros)



Resultados:



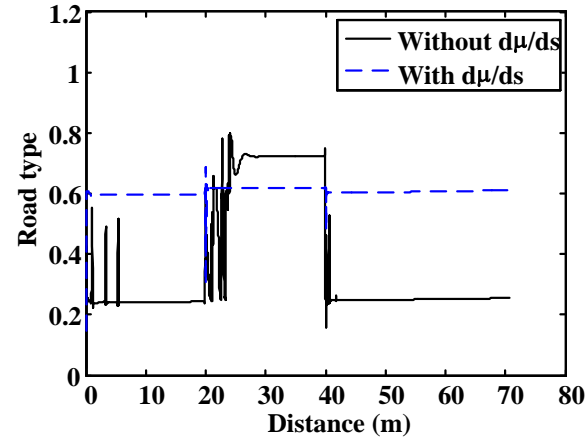
Simulación en recta (estimación ICC y S_{opt})



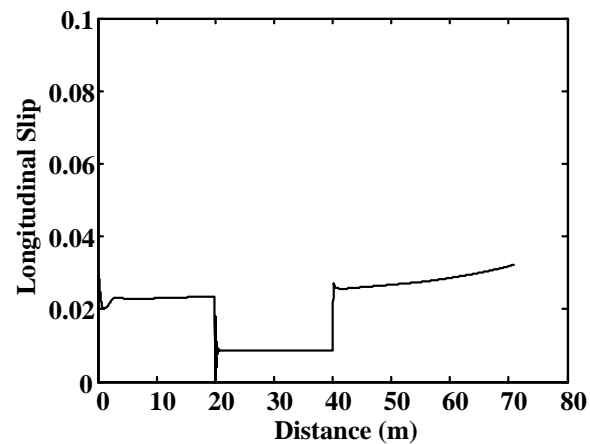
Simulación en curva (estimación ICC y S_{opt})

Resultados:

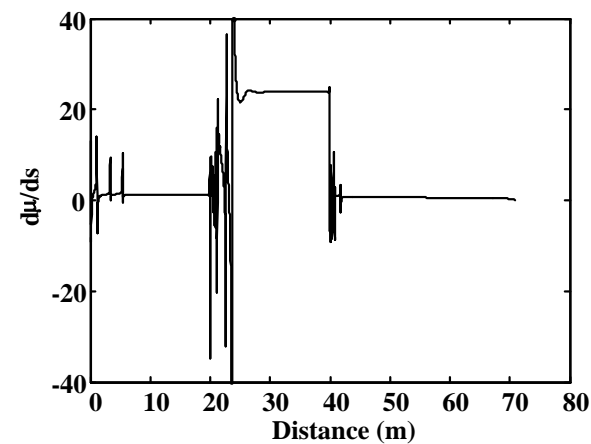
Comparación con y sin variación del coeficiente de fricción con respecto al deslizamiento



(a)



(b)

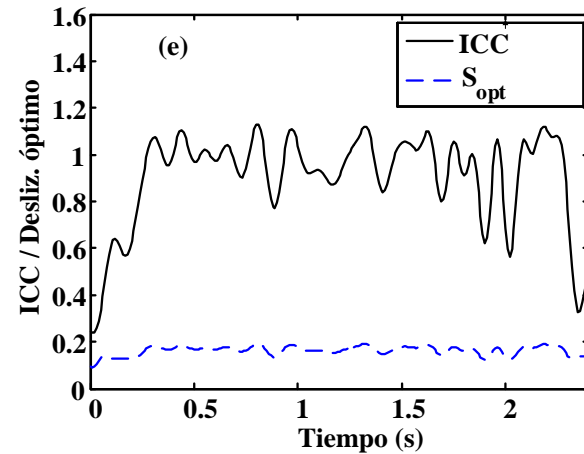
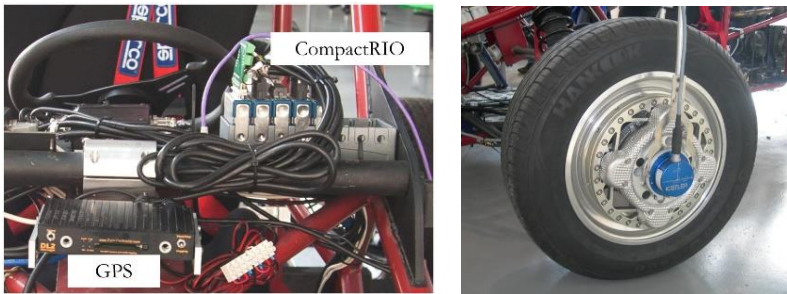


(c)

Detección del tipo de carretera mediante Lógica Borrosa

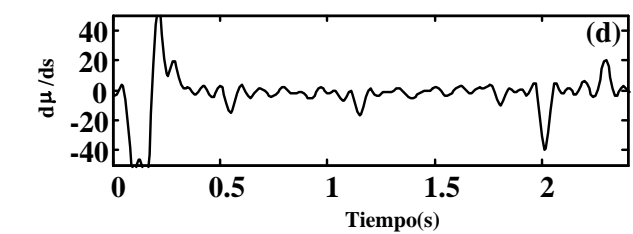
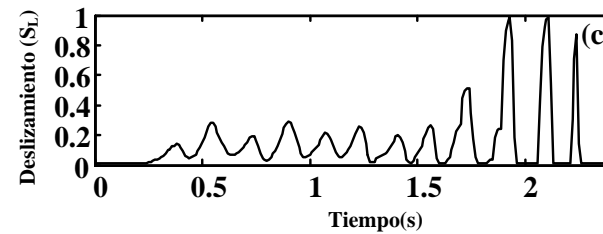
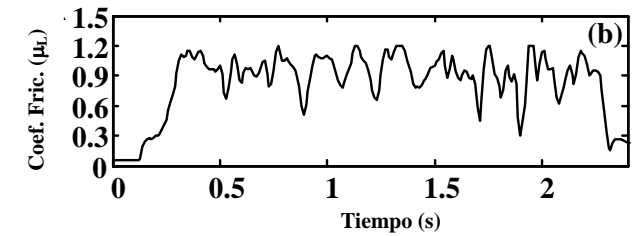
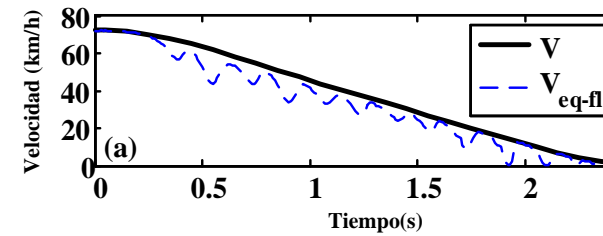
Resultados:

Vehículo sensorizado



ICC y s_{opt} para asfalto seco

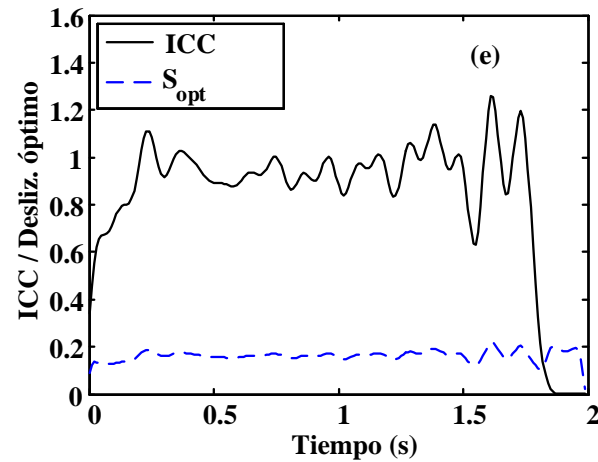
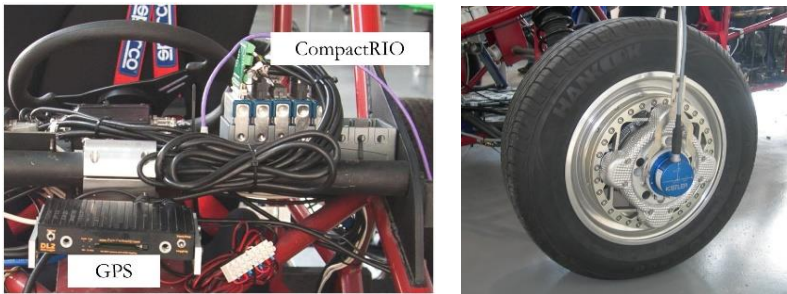
Ensayos en pista:



Parámetros estimados en ensayos reales en línea recta

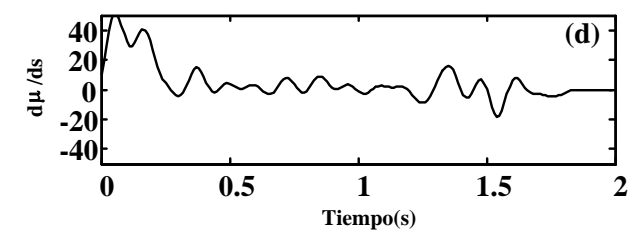
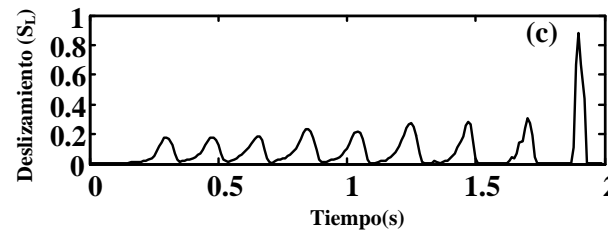
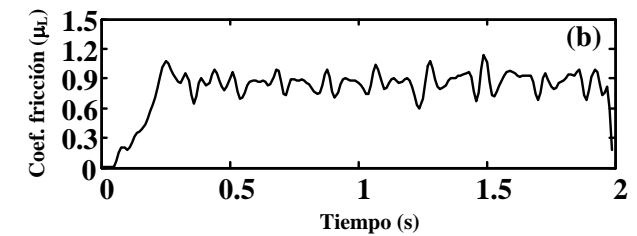
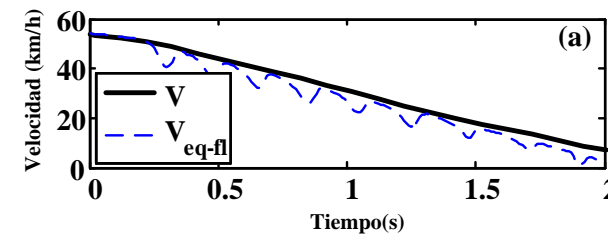
Resultados:

Vehículo sensorizado



ICC y s_{opt} para asfalto mojado

Ensayos en pista:



Parámetros estimados en ensayos reales en línea recta

Conclusiones:

- ✓ Se ha presentado un método para la estimación del tipo de carretera (ICC) basado en lógica difusa.
- ✓ Se ha utilizado la información de la pendiente de la curva deslizamiento-coeficiente de fricción para mejorar el comportamiento del estimador del tipo de carretera
- ✓ Es necesario un algoritmo de estimación basado en el uso de un filtro de Kalman extendido para obtener los parámetros necesarios para la estimación del tipo de carretera.
- ✓ Se ha desarrollado una red neuronal para detectar el deslizamiento óptimo.
- ✓ Simulaciones realizadas con el software de dinámica vehicular Carsim® ofrecen resultados muy satisfactorios.
- ✓ Se han realizado ensayos en pista, ofreciendo resultados adecuados.
- ✓ Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación obtenida en el proyecto de Plan Nacional TRA2015-67920-R.

Gracias por su atención

J.A. Cabrera, A.J. Guerra, J.J. Castillo, A. Simón

E.T.S. Ingenieros Industriales

C/ Doctor Ortiz Ramos s/n 29071 Málaga

Tf. +34 951952369

Fax +34 951952605

E-mail: jcabrera@uma.es

Web: webdeptos.uma.es/ingenieriamecanica

